Sonderabdruck

aus

Beiträge

zur

Biologie der Pflanzen

Begründet von

Ferdinand Cohn

herausgegeben von

Dr. Hubert Winkler

Professor an der Universität Breslau

Einundzwanzigster Band. Erstes Heft

Mit 8 Abbildungen im Text und 12 Tafeln.

Breslau 1933

J. U. Kern's Verlag (Max Müller)

Inhaber: Max Bernau

Pflanzensoziologische Studien aus dem nördlichen Rußland. II.[1] Die „Tundra" am Südufer des Weißen Meeres und das Problem der sekundären Tundren.

Von **Constantin Regel,** Kaunas.

(Eingegangen am 30. März 1933.)

I. Einleitung.

BERG (1931) unterscheidet folgende Formen der Tundra:

1. Die arktische Tundra mit starker Entwicklung der Fleckentundra, ohne Bäume und Sträucher. Sie ist auf Nowaja Semlja, den Neusibirischen Inseln, auf Taimyr usw. verbreitet.
2. Die typische oder Strauchtundra, ohne Bäume, aber mit Sträuchern, auf Kolgujew, Kanin, Jamal usw.
3. Die südliche Tundra mit Waldvegetation in den Flußtälern und gut entwickelten Sphagnummooren, auf Kanin, an der Timanküste und im nördlichen Teile der Halbinsel Kola.
4. Die Waldtundra mit Waldinseln in der Kampfzone zwischen Wald und Tundra.

Wohin gehört aber die Tundra am südlichen Ufer des Weißen Meeres, bei Archangelsk, an der Sommerküste zwischen Archangelsk und Onega usw.? Sie liegt nicht außerhalb der polaren Baumgrenze, sondern innerhalb der Waldregion, gehört daher zu keiner der vier aufgezählten Tundratypen.

Die Tundra kann man verschieden auffassen, wie wir es in der Zusammenstellung von SOTSCHAWA (1931) ersehen können: so als Landschaftsform (siehe BERG 1931); rein phytosoziologisch, wie SOTSCHAWA (l. c. auf Grund der Vegetationsverhältnisse) usw. Auch spricht man von einer Tundrazone, Tundraregion.

Ich fasse die Tundra als eine im Norden sich erstreckende Landschaftsform auf, analog der Steppe, dem Alvar, der Prairie, den Fjelds usw. Sie ist durch ihre Baumlosigkeit charakterisiert,

[1] Siehe den ersten Teil in Bd. XX dieser Zeitschrift.

Vilniaus Universiteto Biblioteka

besteht aus einer Menge oft physiognomisch verschiedener Pflanzenvereine, wie den Kältewüsten, dem Weiden- und Zwergbirkengestrüpp, den Zwergstrauch-, Spalierstrauch- und Flechten-Heiden, den Sumpf und Moorvereinen. Auch die Kältewüsten (Frigorideserta, RÜBEL, 1930) zerfallen in verschiedene Gruppen, wie die in meinem früheren Aufsatz beschriebenen Fleckentundren. Ferner kommen in der Tundra noch arktische Matten vor, die als „Laida" beschriebenen, vom Meerwasser überfluteten Flußwiesen, die jedoch im Volksmunde nicht als Tundra bezeichnet werden, da sie meist nur kleinere Flächen bedecken. Tundra ist also die baumlose Fläche im Norden, ursprünglich nur auf den Bergen, dann aber auch in der Ebene, alles was sich nördlich der polaren Baumgrenze erstreckt.

Diese Auffassung hat sich aber auch auf die waldlosen Flächen innerhalb des Waldgebietes übertragen, insbesondere auf die, welche unfern der polaren Waldgrenze liegen und deren Vegetation einige Ähnlichkeit mit der Vegetation der Tundra aufweist. Dies ist z. B. mit den Moorvereinen der Fall oder auch mit den Vereinen der Heiden, die wir zu beiden Seiten der Waldgrenze, sowohl in der Tundra als auch im Gebiete der Wälder antreffen. Eine genaue Analyse der Vegetationsdecke ergibt in der Tat eine Reihe übereinstimmender Assoziationen, aber auch manche Verschiedenheiten. Dies ersehen wir beim Studium der Vegetationsverhältnisse der Tundren an der Südküste des Weißen Meeres, bei Archangelsk und am Sommerufer zwischen dieser Stadt und Onega. Die Aufnahmen wurden sämtlich im Jahre 1915 ausgeführt. Da ein Teil der Sammlungen (Moose und Flechten, Boden- und Torfproben) infolge der Wirren des Weltkrieges und der Revolution in Rußland, verloren gegangen sind, sind nicht alle Aufnahmen vollständig. Nichtsdestoweniger geben vorliegende Aufzeichnungen ein Bild der Vegetationsdecke dieser noch wenig bekannten Gegenden.

II. Die Tundra bei Archangelsk.

Betritt man von einer der zahlreichen Dampferanfahrten am Ufer der Dwina die Stadt, so sieht man, daß sie sich in einem langen schmalen Streifen, hinter dem sich eine baumlose Tundra ausbreitet, den Fluß entlang zieht. Die langen, dem Ufer parallelen Straßen, werden von einer Reihe kurzer, senkrecht zu ihnen stehender Straßen durchschnitten, die am Fluß beginnen und sich in der erwähnten Tundra verlieren. Je weiter wir uns vom Flusse

entfernen, desto mehr schwindet der den Untergrund und die Naturverhältnisse verhüllende Stadtcharakter: aus Torf besteht der Boden der hier ungepflasterten Straßen, in Torf sind die Abzugsgräben neben den Fußgängerstegen gegraben; oft sieht man Eriophorum vaginatum und Rubus chamaemorus am Straßenrande wachsen.

Alle Anzeichen weisen darauf hin, daß die äußersten Häuserkomplexe sich auf entwässertem Torfmoorboden befinden. Schließlich kommen wir auf die Tundra, die jedoch in Wirklichkeit ein gewöhnliches, baumloses Hochmoor darstellt. Auf den hohen trockenen Torfhöckern dominieren Calluna vulgaris und Empetrum nigrum, die z. T. auch die Vertiefungen zwischen ihnen einnehmen. In zerstreuten Gruppen wächst Ledum palustre.

Häufig (cop.) kommen Betula nana und Rubus chamaemorus, auch Oxycoccus microcarpus vor. In häufigen Gruppen (cop.) Vaccinium uliginosum.

Zerstreut (sp.) wachsen Andromeda polifolia und Cassandra calyculata. Ausschließlich in den Vertiefungen zwischen den Torfhöckern wächst in großer Menge (cop.-soc.) Carex limosa, Carex rariflora. Von Moosen dominiert auf den Torfhöckern Sphagnum, zu welchem sich strichweise Hypnum und Polytrichum gesellen. Dazwischen wächst in den Vertiefungen ein helles Sphagnum.

Die Torfhöcker sind 30—40 cm hoch und fließen nicht selten ineinander. Häufig kommen Moorkiefern vor, deren Höhe bis zu 1 Meter beträgt.

Auf Schutthaufen und Abfuhrplätzen wachsen in großer Menge Poa pratensis, Aira caespitosa, Alopecurus nigricans, Poa trivialis, Poa annua, Capsella bursa pastoris, Matricaria inodora, Agrostis stolonifera.

Wir sehen also, daß, ihrer Pflanzendecke nach, die Archangelsker Tundra ein typisches Sphagnumhochmoor darstellt — ein Sphagnetum callunoso empetrosum, das sich von dem südlicher Gegenden eigentlich nur durch das häufigere Vorkommen von Empetrum nigrum und durch die kleineren, schlechter wachsenden Kiefern unterscheidet. Große Strecken sind sogar ganz baumlos.

Auch auf dem linken Ufer der Dwina, Archangelsk gegenüber, kommen waldlose Tundraflächen vor, so bei Rikassicha, wo der Postweg von Archangelsk nach Onega seinen Anfang nimmt. Die Tundra, oder — was sie vielmehr ist — das Hochmoor, tritt unmittelbar an das Ufer heran, das hier steil zum Flusse abfällt. Auf den sandig-lehmigen Schichten, die, vom Flusse unterwaschen, be-

ständig abstürzen, ruht eine bis zu 2 Meter hohe Torfschicht, die ins Land hinein höher wird. Soviel sich hier feststellen ließ, ist es Sphagnumtorf mit Resten von Kiefern, die unmittelbar unter der Oberfläche und ferner noch in einer Tiefe von bis ca. 1,50 Metern liegen. In der Tiefe von 0,75 Metern war reines Sphagnum zu sehen.

Die Pflanzendecke des Moores ist aus einer Reihe Associationen zusammengesetzt. In der Nähe des Flußufers, wo der Torf trocken ist, besteht die Vegetation aus (13. VIII. 1915): Calluna vulgaris cop.-sol., Andromeda polifolia cop., Empetrum nigrum cop., Cassandra calyculata cop., Rubus chamaemorus cop., Vaccinium uliginosum cop., Ledum palustre cop.

Von Moosen und Flechten wurden folgende Arten aufgezeichnet: Polytrichum spec. soc., Hypnum Schreberi, Calliergon giganteum, Cetraria islandica, Ochrolechia tartarea, Cladonia rangiferina.

Weiter vom Flusse wird der Torf feuchter und nasser und gleichzeitig wird Polytrichum durch Sphagna ersetzt. Auf den Sphagnumhöckern wächst Eriophorum vaginatum, Drosera rotundifolia; hier und da sieht man kleine, verkrüppelte Kiefern.

Auf den höchsten Torfhöckern erscheint Ochrolechia tartarea. In den Vertiefungen zwischen den Wassertümpeln dominiert Sphagnum sowie Scheuchzeria palustris cop.

Die recht zahlreichen Wasserlachen sind von Sphagnum umgeben, in dem unter anderen Eriophorum vaginatum und Drosera longifolia aufgezeichnet wurden.

III. Das Sommerufer des Weißen Meeres.

1. Einleitung.

Als Sommerufer des Weißen Meeres wird die Südküste des Weißen Meeres zwischen den Mündungen der Dwina und der Onega bezeichnet. Den Untergrund bilden überall sedimentäre Gesteine, wie man an den Steilufern beobachten kann; nur beim Dorfe Pokrofskoje, ca. 20 km von Onega, treten kristallinische Gesteine an die Oberfläche. Hier ist die Grenze zwischen dem Ostrussischen Plateau und Fennoscandia, und hier wächst — soviel uns bekannt — einer der am meisten nach Westen vorgeschobenen Bestände der Larix sibirica (CAJANDER 1901, REGEL 1930). So treffen sich in Pokrofskoje die Repräsentanten zweier Welten, des Westens und des Ostens Eurasiens.

Die klimatischen Verhältnisse der Sommerküste sind, infolge Mangels an meteorologischen Beobachtungen daselbst, wenig erforscht, und die Beobachtungen der Stationen zu Archangelsk und Onega bieten, da sie an ihren Endpunkten gelegen sind, kein richtiges Bild davon. Auch ist die Lage von Archangelsk, mehrere Kilometer vom offenen Meere entfernt, eine andere als die der offenen ungeschützten Sommerküste.

Das flache ebene Relief und das äußerst schwach coupierte Gelände sind für die Entwicklung und Ausbreitung großer Moore und Sümpfe äußerst günstig; diese nehmen an passenden Stellen und beim Vorhandensein gewisser klimatischen Bedingungen einen tundraähnlichen Charakter an.

Das kann man überall in Nordrußland wie in dem von uns zu betrachtenden Gebiete beobachten. Schon nordwestlich von Rikassicha, an der Poststraße nach Onega, sieht man ungeheure, mit Calluna vulgaris und Empetrum nigrum bewachsene Moorflächen. Stellenweise ist das Sphagnum unter den Cladonien und Polytrichum verschwunden und kommt nur in den Gräben an den Seiten der Straße zum Vorschein. In großen Mengen wachsen hier auch Moorkiefern. Die Moore ziehen sich teils bis zu einer Reihe von Seen hin, teils grenzen sie an den Kiefernwald.

In der Nähe der Poststation Tabor bemerkt man in den Mooren nicht selten große Wasserlachen; Strecken, in welchen Carex-Arten vorherrschen, wechseln mit solchen ab, die vorzugsweise von Zwergsträuchern bedeckt sind. Auch zwischen Tabor und dem am Meeresufer gelegenen Ssolsa sehen wir mit Calluna vulgaris, Cladonia und Kiefern bewachsene Torfmoore. Es ist der gleiche Moortypus, den wir bei der Stadt Archangelsk haben beobachten können.

2. Njënokssa.

Das durch seine Salzquellen bekannte große Dorf Njënokssa befindet sich ca. 70 Kilometer westlich von Archangelsk und ist ca. 3 Kilometer vom Meere entfernt. 6 Kilometer westlich vom Dorfe, auf der Straße nach Ssolsa, erstreckt sich auf dem hohen Ufer ins Land hinein eine große Tundrafläche, die wir eingehender betrachten wollen. (17. VIII. 1915.)

Am Fuße des ca. 20—30 Meter hohen Steilufers ist der sandige Strand mit Lehm, Steinblöcken, sowie mit von der Tundra abgestürzten Torfstücken bedeckt. Die unzusammenhängenden Rasenstücke sind zusammengesetzt aus: Alopecurus nigricans, Poa pra-

tensis, Tussilago farfara, Cirsium heterophyllum, Matricaria inodora, Rhinantus major, Euphrasia officinalis, Heracleum sibiricum, Eriophorum vaginatum.

Stellenweise ist das Ufer von einer Rasendecke überzogen, die aus folgenden Pflanzen besteht: Equisetum palustre sp., Poa pratensis cop.-soc., Agrostis stolonifera cop.-soc., Juncus filiformis sp., Salix spec. cop. gr., Ranunculus acer sol.-sp., Polygonum viviparum sp.-cop., Lathyrus maritimus sp., Trifolium repens cop., Parnassia palustris, Polemonium coeruleum cop.-soc. (im Weidengebüsch), Euphrasia officinalis subspec., Rhinantus major sp., Leontodon autumnalis spgr., Sonchus arvensis spgr.

Die Verteilung dieser Pflanzen ist so ungleichmäßig, daß man nicht von einer Association mit bestimmter Artzusammensetzung sprechen kann. Stellenweise tritt in großer Anzahl (cop.) Trifolium pratense im Verein mit Leucanthemum vulgare sp. auf. An feuchten Stellen, wie in der Nähe von Quellen, wurden vermerkt: Alopecurus fulvus cop., Agrostis stolonifera, Cerastium triviale solgr., Cirsium heterophyllum, Salix spec. cop., Viola palustris (Blätter), Cornus suecica sp.-cop. (höher am Abhang), Pedicularis Sceptrum sol.; Equisetum palustre (stellenweise, besonders auf Torf cop.), Polytrichum spec.

Von der Mitte des Abhanges an treten die Gewächse der Tundra auf, besonders Empetrum nigrum, Rubus chamaemorus, Arctostaphylos alpina, Calluna vulgaris, und in Kolonien Cornus suecica. Auch kann man hier Bestände aus Betula nana und Vaccinium uliginosum beobachten.

Am oberen Rande des Steilufers sieht man prachtvolle Profile durch den Torf der Tundra, der hier eine Mächtigkeit von 4 Metern erreicht, und dessen Unterlage von Lehm gebildet wird. Circa 0,75 Meter unter der Oberfläche des die Tundra bedeckenden Sphagnums sind Kieferstämme zu sehen, von denen einige mit 28 Zentimetern Durchmesser an der Basis bemerkt wurden.

Auf der oberen Tundrafläche sehen wir in unmittelbarer Nähe der Kante des Steilufers ein typisches Empetretum nigri auf Torfboden von folgender Zusammensetzung: Empetrum nigrum soc., Rubus chamaemorus cop. gr., Arctostaphylos alpina, Betula nana sol. gr.-sp. gr.

Hier und da ist die Pflanzendecke von großen Flecken nackten Torfes unterbrochen. Vereinzelt wurden hart am Rande breite, ca. 1 Meter hohe und vom Winde landeinwärts gebogene Büsche von Betula tortuosa vermerkt.

Das Terrain wird von einer Menge Torfhümpel und -Höcker bedeckt, deren Größe äußerst variiert. Die Unterlage des größten dieser Hümpel (ca. 2 Meter Höhe) bestand aus Sand. Vorherrschend sind hier folgende Associationen:

a) Ochrolechietum tartareae, vorherrschend auf den trockensten und höchsten Stellen der Höcker und Hümpel, denen es ein grauweißes Aussehen gibt. Lebendes Sphagnum ist hier nirgends vorhanden. Flechten: Ochrolechia tartarea, Cladonia coccifera u. a.

b) Empetretum nigri, mehr an den Seiten der Hümpel und Höcker. Notiert wurden folgende Pflanzen: Empetrum nigrum soc., Betula nana cop., Rubus chamaemorus sp., Ledum palustre sp., Calluna vulgaris sp. (vorzugsweise an den Seiten), Vaccinium vitis idaea cop..

c) Calluneto-Empetretum in den Vertiefungen zwischen den Höckern, wo der Torf nicht feucht ist. Verzeichnet wurden: Andromeda polifolia cop., Empetrum nigrum cop., Calluna vulgaris.

d) Andromedetum polifoliae, in nassen Vertiefungen zwischen den Höckern; eine sehr verbreitete Association, die aus folgenden Pflanzen zusammengesetzt ist: Andromeda polifolia soc., Eriophorum vaginatum sol., Drosera rotundifolia sol., Polytrichum spec. cop., Moose (nicht Sphagnum) sol.-spgr., Calluna vulgaris sol.-sp., Carex rotundata sp.

Diese Association wird nicht selten von einem Callunetum vulgaris umgeben, das seinerseits in höheren Lagen in ein Empetretum nigri übergeht.

Je weiter man sich von der Uferkante entfernt, desto häufiger treten die Sphagnen auf, und schließlich geht der ganze, hier geschilderte Associationskomplex in ein typisches Sphagnum-Moor über, das sich bis zu dem etwa einen halben Kilometer vom Meeresufer entfernten Kiefernwald erstreckt (S. 121). Auch wird das Relief infolge der Abnahme der Höcker und Hümpel ebener.

In der Nähe der Landstraße war eine ebene Fläche bemerkenswert, die mit Calluna vulgaris bewachsen war, zwischen welcher in großer Menge Cladonia rangiferina und Cladonia alpestris wuchsen. Außerdem bemerkte ich hier noch: Andromeda polifolia soc. — fleckenweise, Arctostaphylos alpina sol.; Sphagnum.

In Vertiefungen, die parallele Streifen zur Uferkante bildeten, tritt dieses Andromedetum polifoliae auf mit Drosera rotundifolia sp, gr. und Scirpus caespitosus cop. Allem Anscheine

nach wirkt die Uferkante entwässernd auf die anliegende Tundrafläche.

Das Moor setzt sich aus einer Reihe Associationen zusammen, von denen wir folgende hervorheben müssen:

I. Die Associationen der Höcker und Hümpel.

Die Torfhöcker und -Hümpel des Moores sind bedeutend weniger gedrängt und niedriger, als in der Nähe des Ufers. Nicht selten trifft man bandförmige Hümpel, die sich parallel zum Meeresufer erstrecken. Ihre Höhe beträgt ca. 0,75 Meter.

a) Sphagnum callunosum: Betula nana, Scirpus caespitosus sol., Calluna vulgaris, Sphagnum, Polytrichum, Cladonia. Vereinzelte verkrüppelte und z. T. verdorrte Kiefern. Diese Association wurde in der Nähe des Waldes beobachtet.

b) Empetretum lichenoso-chamaemorosum, bestehend aus: Empetrum nigrum cop.-soc., Rubus chamaemorus cop.-soc., Ledum palustre sp., Calluna vulgaris cop.-cop. gr., Sphagnum, Dicranum elongatum, Ochrolechia tartarea, Cladonia. Hie und da Kiefern ca. 1—1,50 Meter hoch. Diese Association fand sich in der Nähe einer Wasserlache neben dem Andromedetum (I a) und Eriophoretum (II b).

c) Empetretum-lichenoso-chamaemorosum, auf hohen trockenen Torfhümpeln, bestehend aus: Empetrum nigrum cop.-soc., Rubus chamaemorus cop.-soc., Ledum palustre sp.-cop., Andromeda polifolia spgr., Arctostaphylos alpina sp., Drosera rotundifolia sp.-copgr., Vaccinium vitis idaea cop. gr., Calluna vulgaris sp.-cop., Betula nana sol.-sol. gr., Cornus suecica (an geschützten Stellen), Sphagnum, Hypnum, Polytrichum, Ochrolechia tartarea, Cladonia. Hier und da sieht man verkrüppelte, vom Moose umwachsene Kiefern mit Nachwuchs.

d) Callunetum vulgaris, an den Seiten der Torfhümpel, bestehend aus: Calluna vulgaris soc., Pinus silvestris (in vereinzelten verkrüppelten Exemplaren), Cladonia.

II. Die Associationen der ebenen Flächen und Vertiefungen zwischen den Höckern.

a) Andromedetum polifoliae sphagnosum, von folgender Zusammensetzung: Scirpus caespitosus sp., Carex rariflora cop.-soc., Eriophorum vaginatum sol.-sp., Drosera longifolia cop., Andromeda polifolia soc., Sphagnum spec.

Diese Association ist besonders in der Nähe einer Wasserlache ausgeprägt; auf den zahlreichen Torfhöckern wurde ein Empetretum-lichenoso-chamaemorosum (Ib) beobachtet. Das Andromedetum ist eine überaus charakteristische Association, die recht große Flächen des Torfmoores bedeckt und nicht selten auch kleine Torfhöcker überzieht. Sie vermeidet jedoch allzugroße Trockenheit.

b) Eriophoretum angustifoliae. Reine Bestände von Eriophorum angustifolium kommen hie und da auf äußerst feuchtem Torfe in der Nähe der Wasserlachen vor.

c) Caricetum rariflorae und Scirpetum caespitosae: Carex rariflora, Scirpus caespitosus, Andromeda polifolia sp., auf den allernässesten Stellen.

d) Sphagnetum Vaccinii Oxycocci bestehend aus: Eriophorum vaginatum, Vaccinium Oxycoccus cop.-soc., Sphagnum. Diese Association bildet einen Übergang vom Andromedetum sphagnosum zum Empetretum lichenoso-chamaemorosum.

Der Kiefernwald, der, wie erwähnt, etwa einen halben Kilometer vom Meere entfernt ist, begrenzt das Moor gegen Süden hin, wobei dessen Vorposten durch die zahlreichen Moorkiefern gebildet werden.

Es ist ein typischer Moorkiefernwald, ein Pinetum sphagnoso-callunosum. Die Bäume sind ca. 4—6 Meter hoch, der Durchmesser (in Brusthöhe) ca. 8—10 cm. Der Nachwuchs ist ziemlich reich. Die Dichte des Baumbestandes beträgt $^1/_2$—$^1/_3$, wird jedoch bedeutend größer, je mehr man sich vom Meere entfernt.

Der Boden ist Sphagnumtorf bei einem Grundwasserstand von 18 cm Tiefe zwischen den Torfhöckern.

Die Bodenschicht wurde aus folgenden Pflanzen zusammengesetzt: Rubus chamaemorus cop.-soc., Eriophorum vaginatum sol.-sp., Calluna vulgaris soc., Vaccinium uliginosum cop. gr., Andromeda polifolia sp., Ledum palustre sp.-cop., Vaccinium Oxycoccus cop. Auf den Höckern wurden Sphagnum, Polytricha und Cladonien vermerkt, in den Vertiefungen zwischen den Höckern Sphagnum. Weiter vom Meere entfernt erscheinen auf den Torfhöckern: Betula nana sp. gr., Vaccinium vitis idaea cop.

IV. Hochmoor und Tundramoor.

Sind die hier beschriebenen Tundren bei Archangelsk und an der Sommerküste Tundren in dem Sinne der Einleitung dieses Auf-

satzes, d. h. gehören sie zu der jenseits der polaren Waldgrenze gelegenen baumlosen Region? Da diese Tundren von Wald umgeben sind, so würden sie vielleicht zu der von BERG unterschiedenen Waldtundra gehören. Dagegen spricht jedoch das Fehlen der Waldinseln und das Vorkommen der geschlossenen Waldflächen in der nächsten Umgebung dieser Tundren. Die polare Grenze des Waldes verläuft überdies bedeutend weiter im Norden.

Vielleicht ließen sich jedoch diese Tundren in soziologischer Hinsicht mit den Tundren jenseits dieser Grenze vergleichen. Als solche kämen die Tundramoore in Betracht, die wir auf der Halbinsel Kola und auf Kanin finden.

Nach POHLE (1903, S. 97) ist das Tundramoor auf Kanin ein Hochmoor, bestehend vor allem aus Sphagna, Polytrichum, Dicrana und Flechten. Es unterscheidet sich von den Hochmooren der Waldzone durch das Fehlen der Kiefern und Betula pubescens, enthält jedoch arktische und subarktische Elemente. Auf den Torfrücken, wie POHLE die Höcker und Hümpel des Moores nennt, ist die wichtigste Pflanze Rubus chamaemorus, ferner Zwerg- und Spaliersträucher, wie Empetrum nigrum, Arctostaphylos alpina, Ledum palustre, Vaccinium uliginosum, Vaccinium vitis idaea, Andromeda polifolia, Cassandra calyculata (nur im Süden), Loiseleuria procumbens. Alle diese Pflanzen gedeihen hier nur sehr kümmerlich, mit Ausnahme von Arctostaphylos alpina. Als Rasenbildner fehlen nie Festuca ovina und Eriophorum vaginatum. Lecanora tartarea bildet oft eine weiße Kruste. In den Wasserlachen sind nach POHLE Sphagna verbreitet, Ranunculus Pallasiana, Carex rotundata, Carex rariflora, Carex aquatilis, hauptsächlich jedoch Eriophorum russeolum.

Die Pflanzenvereine der Tundramoore der Halbinsel Kola sind von mir (REGEL 1923—27) unter verschiedenen Namen beschrieben worden, wie Sphagnetum chamaemorosum, Empetretum chamaemorosum, Betuletum nanae chamaemorosum, Rubetum chamaemorosum, Dicranietum elongati usw. In den Vertiefungen finden wir das Caricetum rotundatae, das Caricetum irriguae, das Eriopheretum angustifoliae, das Caricetum pullae, das Caricetum stantis usw. [1]).

Auch auf Kolgujew sind Tundramoore mit Rubus chamaemorus

[1]) Eine eingehendere Beschreibung der Tundramoorkomplexe der Halbinsel Kola wird in dem in Vorbereitung befindlichen IV. Teile meiner Arbeit über die Vegetation der Halbinsel Kola erscheinen.

verbreitet, wie bei POHLE (1908) ersichtlich ist. Es ist sicher oft recht schwer, das Tundramoor von den Moorkomplexen der Waldzone, den Hümpelmooren und den Aapamoorkomplexen zu unterscheiden. Charakteristisch ist jedoch, wie auch aus den oben angeführten Beispielen ersichtlich ist, das reichliche, fast sogar massenhafte Vorkommen von Rubus chamaemorus, das reichliche Vorkommen von Dicranum auf den Torfhöckern und Hümpeln und das Überwachsen des Moores mit Ochrolechia tartarea. In den Vertiefungen zwischen den Hümpeln finden wir Vereine von Cyperaceen, darunter solchen, die im eigentlichen Waldgebiete nicht vorkommen, wie Carex saxatilis, Carex rotundata, Eriophorum russeolum usw.

Die Moore der von uns untersuchten Region können wir nicht als typische Tundramoore ansehen. Insbesondere bezieht sich dies auf das Moor bei Archangelsk, auf dem ja noch verkrüppelte Kiefern wachsen. Das reichliche Vorkommen von Empetrum nigrum und Calluna vulgaris ist ein weiterer Unterschied vom Tundramoor, wie auch das Fehlen des Dicranietums und der von Krustenflächen überwachsenen Flächen.

Die Tundra an der Sommerküste des Weißen Meeres ist ebenfalls kein typisches Tundramoor, wenn es sich ihm auch mehr nähert. Das reichliche Vorkommen der Spaliersträucher und Zwergsträucher, in eigenen Assoziationen, wie das Andromedetum polifoliae, das Empetretum nigri, das Calluneto-Empetretum, das Sphagnetum callunosum, das Empetretum nigri lichenoso-chamaemorosum usw. sind Assoziationen der Hochmoore der Waldregion. Jedoch finden wir manche Anklänge an das Tundramoor, wie den Reichtum an Rubus chamaemorus, das Überwachsen des Torfes mit Ochrolechia tartarea, das Absterben der Sphagna an den höchsten Stellen. Beide Tundren sind also nichts anderes als Hochmoore der Waldregion und zwar Aapamoorkomplexe, wie sie im nördlichen Fennoskandia weit verbreitet sind (siehe CAJANDER 1913, OSVALD 1925). Jedenfalls sind die bandförmigen Hümpel, die zahlreichen Höcker, das Fehlen des Waldes, die Vertiefungen zwischen ihnen, Kennzeichen dieser Moore. Nur die hümpelartigen Höcker sind Merkmale eines anderen, nahe verwandten Hochmoortypus, des Hümpelmoores. Die soziologische Zusammensetzung ist die eines Aapamoores. So sind die Andromeda-Moore nach CAJANDER (a. a. O. S. 159) in Lappland auf den Aapamooren weit verbreitet; auch die vielen Reiser sind für diese charakterstisch.

V. Primäre und sekundäre Tundra.

Die Tundra der Sommerküste ist also ein Aapamoorkomplex mit Zügen der Tundramoore. Sie ist an der Stelle eines Waldes entstanden, wie aus den Kiefernstämmen ersichtlich ist, die man in ca. 75 cm Tiefe finden kann, oder aber es war hier ein Kiefernhochmoor, das später entwaldet wurde und einen tundramoorartigen Charakter angenommen hat. Die exponierte Lage am hohen Steilufer des Meeres in einer Gegend, die ja nicht allzu ferne von der polaren Waldgrenze liegt, ist offenbar dem Entstehen solcher tundraartigen Vereine günstig. Solche Vereine finden wir auch anderwärts an den Küsten des Weißen Meeres verbreitet. So beschreibt POHLE (1908) auf der Saiki Insel im Weißen Meere (zur Gruppe der Solowetzker Inseln gehörend) eine „Zwergstrauchtundra" in der Empetrum nigrum massenhaft vorkommt. Er schreibt die Ausbildung dieser Tundra — ich würde sagen dieses tundraartigen Vereines — den Winden zu, die das Aufkommen des Waldes hindern. Auch im Busen von Kandalax sind die zahlreichen Felsinseln von tundraartigen Vereinen bedeckt. Nur sind alle diese Vereine heideartige Tundravereine, während die Tundra an der Sommerküste eine Art Tundramoor darstellt.

Die Tundra an der Sommerküste ist, wie aus dem hier Gesagten folgt, nicht primär. sondern sekundär, d. h. an Stelle anderer Pflanzenvereine entstanden. Sie steht daher im Gegensatz zu den primären Tundren, die wir als Anfangsstadium der Sukzessionsentwicklung betrachten können, oder auch als Klimaxvereine, die jedoch nicht aus einem anderen, nicht tundraartigen, d. h. mit Bäumen bewachsenem Vereine entstanden sind. Ich unterscheide daher primäre und sekundäre Tundren. Erstere finden wir im Gebiete der arktischen und der typischen oder Strauchtundra und der südlichen Tundra (siehe die angeführte Einteilung BERGS), letztere im Gebiete der südlichen und vor allem der Waldtundra. Nur hier im Kampfgebiet zwischen der Tundra und dem Walde finden wir diese sekundären Tundren, die nur dort entstehen können, wo ein gewisses labiles Gleichgewicht zwischen zwei verschiedenen Pflanzenvereinen herrscht. Es genügt ein auslösender Faktor, ein Waldbrand, das Ausholzen des Waldes oder auch nur einiger weniger Bäume, um sofort dem benachbarten Tundrakomplex die Möglichkeit zu geben sich auszubreiten, so daß wir an Stelle des Waldes eine waldlose Fläche vor uns haben. Ist der dem vernichteten Walde nächstgelegene Tundrakomplex

ein Tundramoor, so breitet sich ein Tundramoor aus, das ja in vielem, insbesondere aber in der Nähe der polaren Waldgrenze, dem Hochmoor ähnliche Züge aufweist. Wir sprechen dann von einem Versumpfen der Waldränder; daraufhin hat auch TANFILJEW (1911) seine Theorie von der Ausbreitung der Tundra auf Kosten der Wälder infolge der Versumpfung der Waldränder aufgestellt.

Ist jedoch der benachbarte Tundrakomplex nicht ein Tundramoor, sondern ein Komplex des trockenen Bodens, oder ist das von Wald entblößte Terrain stark coupiert, hügelig oder sogar gebirgig, so breitet sich an Stelle des Waldes ein Tundrakomplex der trockenen Böden aus, wie Zwerg- oder Spalierstrauchheiden, Flechtenheiden, seltener die Vereine der Kältewüste, die Frigoridesertа. Das Relief spielt ja eine wichtige Rolle in der Tundra, kann sich doch das Tundramoor nur auf mehr oder weniger ebenem Relief ausbilden. Trockene sekundäre Tundrakomplexe sind an der Terschen Küste der Halbinsel Kola weit verbreitet, z. B. bei Tschawanga, zwischen Kusomen und Kaschkarantsy, bei Pjalitsa, bei Pulonga, bei Sosnowets (siehe REGEL 1923 und 1927). Es sind verschiedene Assoziationen, die wir hier vorfinden, das Empetretum nigri, das Callunetum vulgaris, das Desertum empetroso-lichenosum, das Cladonietum vacciniosum, das Cladonietum empetrosum, das Betuletum nanae ericinosum. Auch am Ponoi Flusse finden wir solche sekundäre Tundren, z. B. am Aatscherjok, und an der Jokanga, wo sich nach Vernichtung des Waldes durch Feuer weite Flechtentundren ausgebreitet haben (REGEL, 1927, S. 267).

Auch an der Murmanküste finden wir verschiedene Formen der trockenen sekundären Tundra. Es sind Zwergstrauch- und Spalierstrauchheiden, wie die Vaccinieta Myrtilli und die Empetreta nigri, die überall dort entstehen, wo ein Birkenwald vernichtet wird. Dies sehen wir z. B. auf der Fischerhalbinsel oder auch bei Alexandrowsk. Ferner finden wir auch wiesenartige Vereine, die an Stelle der Betuleta entstehen, jedoch seltener zur Tundra gerechnet werden.

Sekundäre Tundramoore finden wir ebenfalls auf der Terschen Küste der Halbinsel Kola, wie aus den speziellen Teilen meiner Arbeit über die Vegetation der Halbinsel Kola ersichtlich ist (REGEL, 1923—1927). Es sind die bei Tschapoma, Tschawanga, Pjalitsa, bei Sosnowetz beschriebenen Moore, die Sphagneta,

die Dicranieta usw., die, da sie noch im Waldgebiet gelegen sind, eher zu den Hochmooren gerechnet werden müssen, resp. zu den Aapamooren und die, wie aus den zahlreichen Waldresten ersichtlich, sich nach dem Zurückweichen des Waldes ausgebreitet haben.

Auch in anderen Ländern können wir sekundäre Tundren finden, z. B. auf Island, in Skandinavien, überall wo eine Vernichtung des Waldes unweit der polaren Waldgrenze erfolgt ist und die baumlose Tundra sich ausgebreitet hat. Auf Grund des hier Gesagten wollen wir die sekundäre Tundra als einen Assoziationskomplex definieren, der baumlos ist, jedoch an Stelle eines mit Bäumen bewachsenen Komplexes entstanden ist.

Es treten in ihr die gleichen Assoziationen auf wie in der primären Tundra, in der Wald- und südlichen Tundra (nach BERGs Klassifikation). Der auslösende Faktor zur Bildung dieser Tundren ist meist der Mensch, daher sie auch vorzugsweise in der Nähe menschlicher Siedlungen oder längs größerer Verkehrswege verbreitet sind. Ferner spielt auch das Feuer eine Rolle. Sekundäre Tundren sind — im Gegensatz zu der primären Tundra — sukzessionsgeschichtlich betrachtet, keine Schluß oder Klimaxvereine.

Ich fasse die Tundra, wie schon gesagt, als eine Landschaftsform auf, mit bestimmten charakteristischen Pflanzenvereinen; als eine Landschaftsform, die weiten Gebieten ihren Stempel aufdrückt und ihnen ihren Namen gegeben hat. Sekundär können die diese Landschaftsform charakterisierenden Pflanzenvereine außerhalb der Region auftreten, an welche sie naturgemäß gebunden sind.

Es gibt aber auch andere Landschaftsformen, deren charakteristische Pflanzenvereine außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes vorkommen können. So ist es z. B. mit der Steppe der Fall. Wir brauchen ja nur an die zahlreichen Steppenhänge zu denken, z. B. in Mitteleuropa, die eine umfangreiche Literatur hervorgerufen haben und sozusagen Vorposten der Steppen Südeuropas darstellen. Darin liegt eine deutliche Analogie zwischen Steppe und Tundra: beide entsenden ihre Ausläufer bis in die Zone der Wälder, beide können hier sekundär auftreten. So wie wir nicht immer feststellen können, ob eine Tundra primären oder sekundären Ursprunges ist, so ist es mit den Steppeninseln in der Tschechoslowakei, in Polen, in Süddeutschland der Fall: auch hier wird von Reliktensteppen, von natürlichen Steppen gesprochen, auch wenn es vielleicht nur sekundäre Steppen sind, die ihre Ent-

stehung dem Menschen verdanken. Sie finden ein Analogon in der beschriebenen Tundra an der Sommerküste des Weißen Meeres. Denn auch bei ihnen handelt es sich meist um sekundäre steppenartige Pflanzenvereine, die den Vereinen der primären Steppe ähnlich, ihnen jedoch nicht vollständig gleich sind, so wie die sekundäre Tundra der primären Tundra ähnlich ist, aber nicht vollständig gleicht.

Literatur.

BERG, L. S.: Die landschaftlich geographischen Zonen von USSR, I. Leningrad, 1931 (Russ.). — **CAJANDER, A. K.:** Studien über die Moore Finnlands. Acta For. Fenn. **2.** Helsingfors, 1913. — **CAJANDER, A. K.:** Siperialaksen lehtikuusen (Larix sibirica Led.) länsira jasta. Medd. af Soc. pro fauna et flora fennica, 26. 1901. — **OSVALD, H.:** Die Hochmoortypen Europas, Festschrift Carl Schröter. Ver. Geobot. Inst. Rübel, Heft 3. Zürich 1925. — **POHLE, R.:** Pflanzengeographische Studien über die Halbinsel Kanin und das angrenzende Waldgebiet. Acta Horti Petropolitani, **XXI.** St. Petersburg 1903. — **POHLE, R.:** Vegetationsbilder aus Nordrußland. Karsten und Schenck, Vegetationsbilder, 5. Reihe, Jena 1908. — **REGEL, K.:** Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola. Mém. Fac. Sciences de l'Univ. Lithuanie, 1923, 1927. — **REGEL, C.:** Larix sibirica, Larix europaea, Larix polonica. Ein soziologischer Vergleich. Erg. Int. Pflanzengeogr. Exkursion Tschechoslow. und Polen 1928. Ver. Geob. Inst. Rübel, **6,** Zürich 1930. — **RÜBEL, E.:** Pflanzengesellschaften der Erde. Berlin 1930. — **SOTSCHAWA, W. B.:** Einige Grundbegriffe und die Terminologie der Tundrakunde. Journ. Soc. Bot. Russie, 1931 (Russ.). — **TANFILJEW, G. J.:** Die polare Grenze des Waldes in Rußland nach Untersuchungen in der Tundra der Timan-Ssamojeden. Odessa. 1911 (Russ.).

Vilniaus Universiteto Biblioteka